Reflectie en Lambda Calculus

Henk Barendregt
Radboud Universiteit Nijmegen

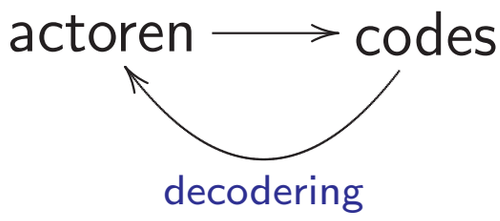
1. Reflectie

Reflectie

Actoren: actieve objecten

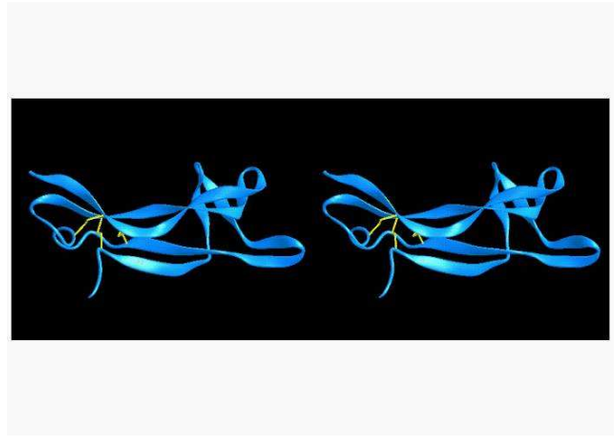
Codes: zelf meestal passief; decodering tot actoren

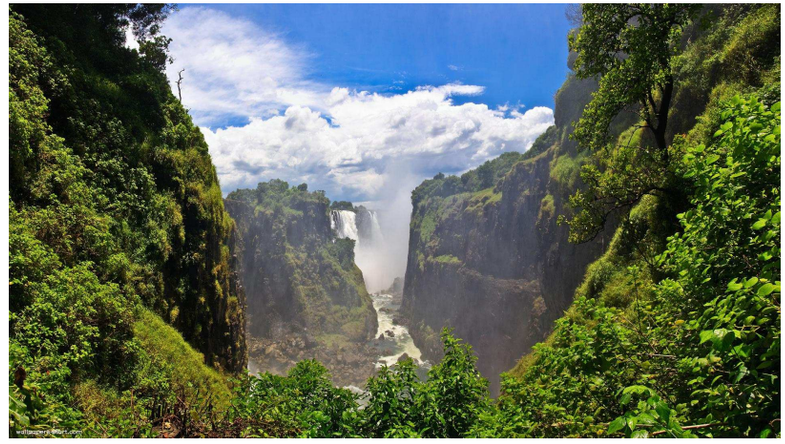
Interactie:



Onderwerp	Actoren	Codes
Biologie	eiwitten	DNA
Taal	zinsdelen	‘citaten’
Wiskunde	uitspraken	‘citaten’
Informatica	berekenbare functies	programma’s
Meditatie	bewustzijnsinhouden	opmerkzaamheid

Life





Mamals & Homo Sapiens

"Wat betekent 'nieuwsgierig'?"

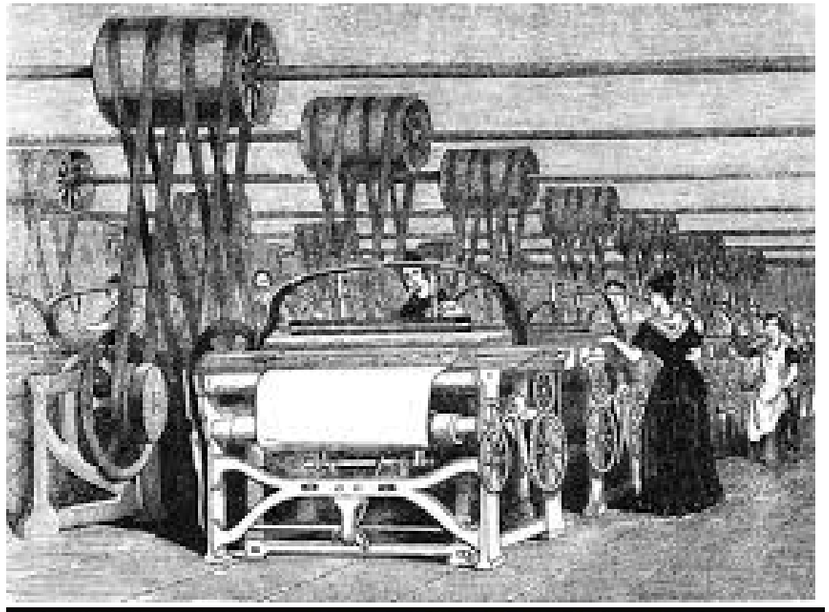
Mathematics & Science

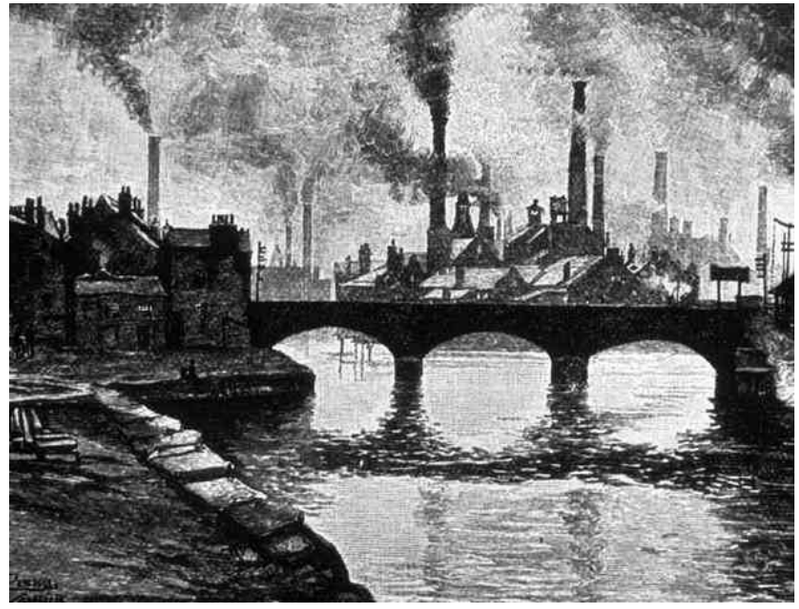
"It is understandable that an engineer is preoccupied by his specialty instead of coming into the freedom and space of the world of ideas, even if his machines are delivered to the furthest corners of the world; because he does not need to be more able to apply the daring and novel aspects of the soul of his technique to his personal soul as that a machine is capable to apply the infinitesimal equations on which it depends to itself. About mathematics one cannot say this; it is the new method itself, the spirit itself, in it lay the sources of time and the origin of an immense transformation."

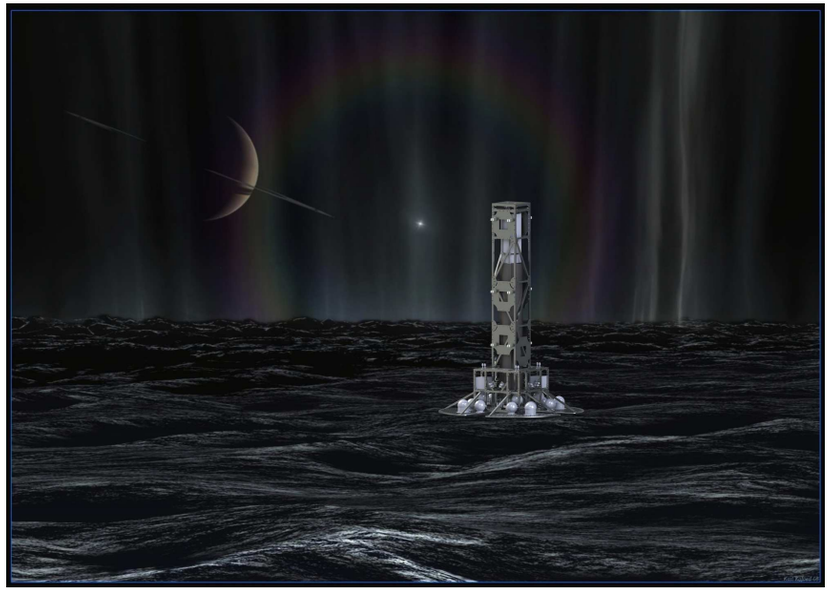
Robert Musil: Der Mann ohne Eigenschaften

Gödel: wiskunde kan over zichzelf spreken

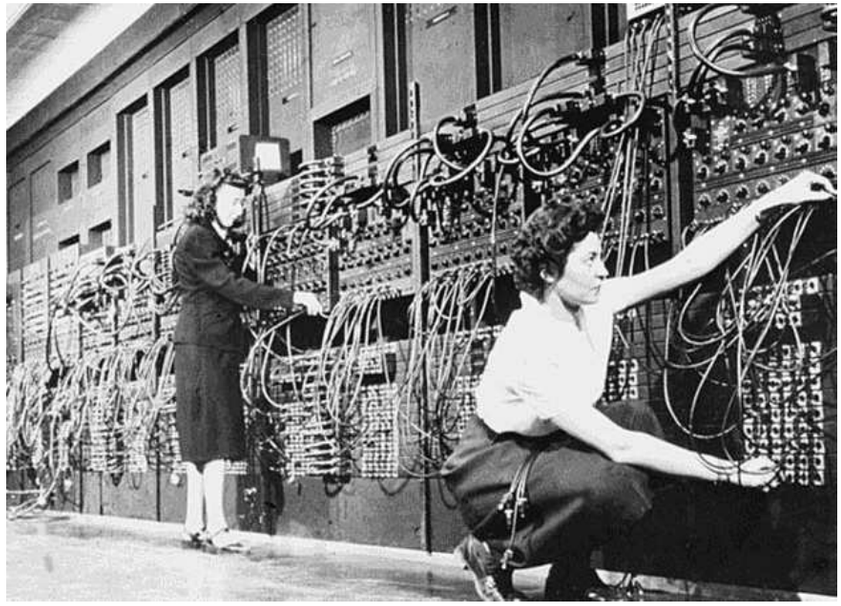
Industriële & Wetenschappelijke revolutie

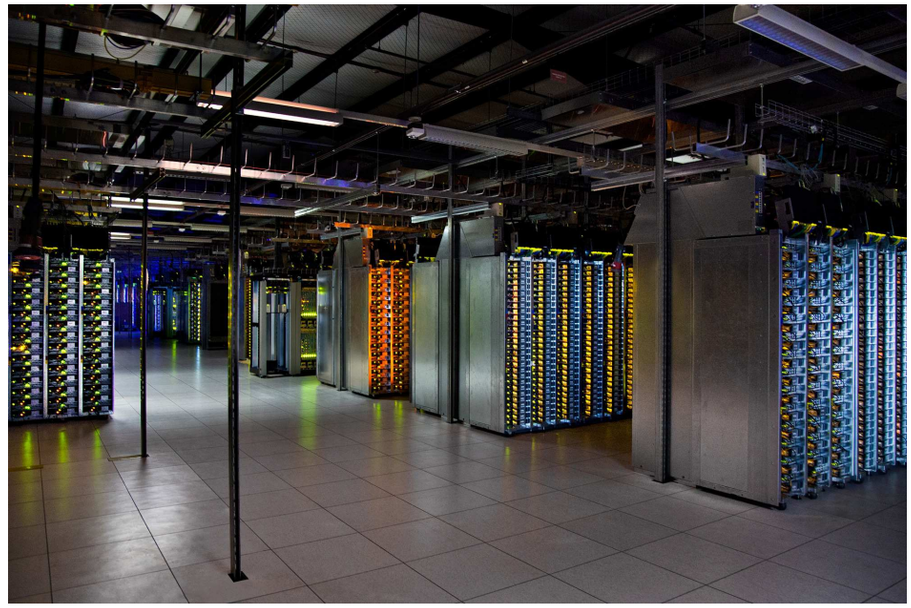






Computing





De IT revolutie

We hebben

computers
supercomputers
laptops
tablets
smartphones
google glases

met prachtige software erop (dit kan beter gezegd worden!)

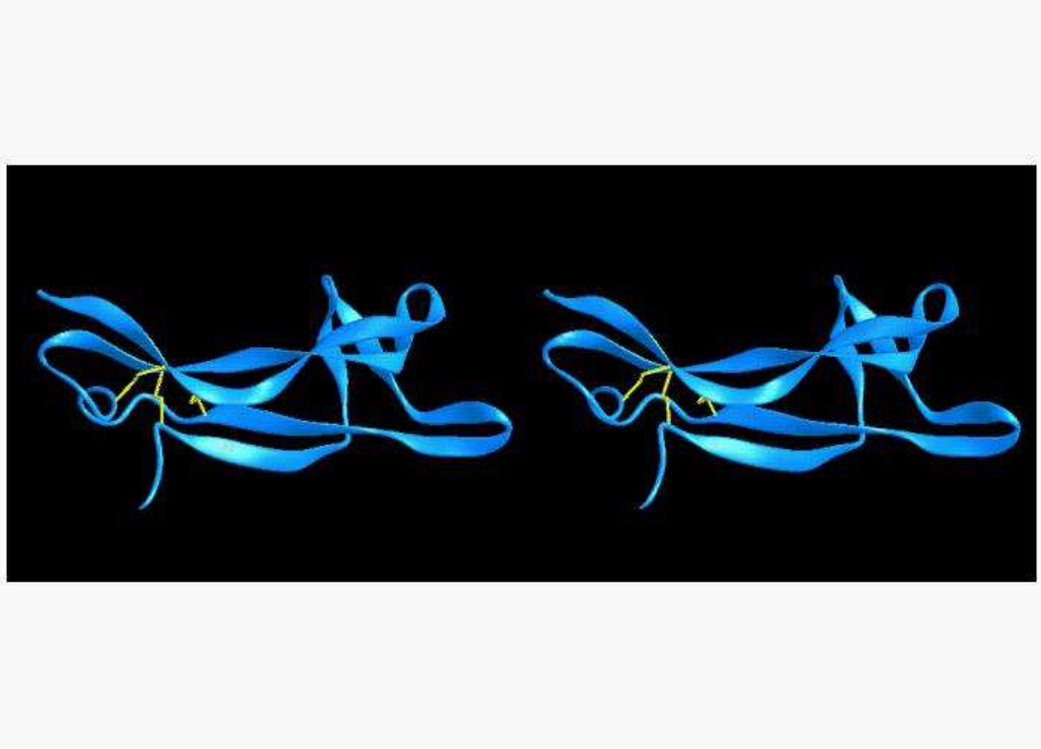
Zuivering

Door reflectie is het mogelijk

onze heilzame bewustzijnstoestanden te versterken

onze onhelizame bewustzijnstoestanden te verminderen

Reflectie in biologie



NGF_Homo_Sapiens

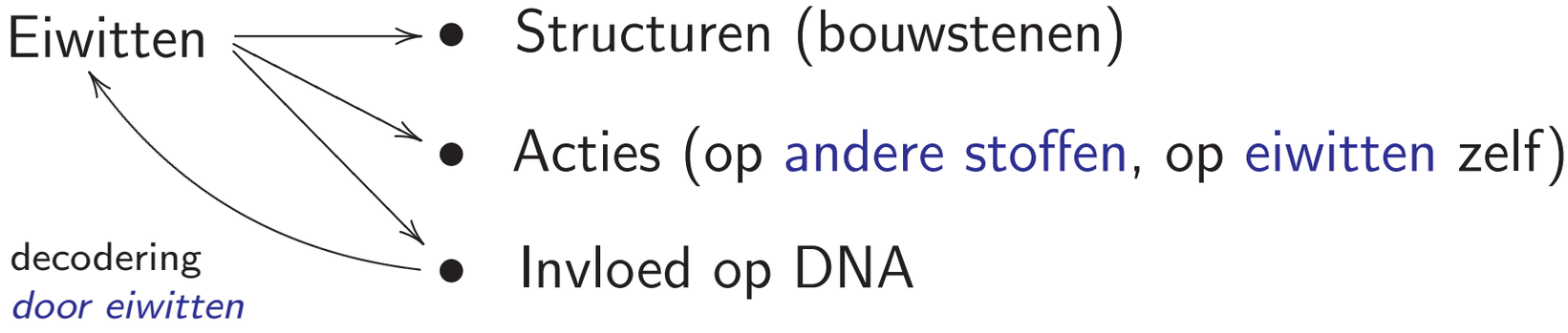
Reflectie in biologie

ACGT-keten: lengte 1047 basis paren
www.ebi.ac.uk/cgi-bin/expasyfetch?X52599

```
agagagcgct   gggagccgga   ggggagcgca   gcgagttttg   gccagtggtc   gtgcagtcca     60
aggggctgga   tggcatgctg   gacccaagct   cagctcagcg   tccggaccca   ataacagttt    120
taccaaggga   gcagctttct   atcctggcca   cactgaggtg   catagcgtaa   tgtccatgtt    180
gttctacact   ctgatcacag   cttttctgat   cggcatacag   gcggaaccac   actcagagag    240
caatgtccct   gcaggacaca   ccatccccca   agtccactgg   actaaacttc   agcattccct    300
tgacactgcc   cttcgcagag   cccgcagcgc   cccggcagcg   gcgatagctg   cacgcgtggc    360
ggggcagacc   cgcaacatta   ctgtggaccc   caggctgttt   aaaaagcggc   gactccgttc    420
accccgtgtg   ctgtttagca   cccagcctcc   ccgtgaagct   gcagacactc   aggatctgga    480
cttcgaggtc   ggtggtgctg   ccccccttcaa   caggactcac   aggagcaagc   ggtcatcatc    540
ccatcccatc   ttccacaggg   gcgaattctc   ggtgtgtgac   agtgtcagcg   tgtgggttgg    600
ggataagacc   accgccacag   acatcaaggg   caaggaggtg   atggtgttgg   gagaggtgaa    660
cattaacaac   agtgtattca   aacagtactt   ttttgagacc   aagtgccggg   acccaaatcc    720
cgttgacagc   gggtgccggg   gcattgactc   aaagcactgg   aactcatatt   gtaccacgac    780
tcacaccttt   gtcaaggcgc   tgaccatgga   tggcaagcag   gctgcctggc   ggtttatccg    840
gatagatacg   gcctgtgtgt   gtgtgctcag   caggaaggct   gtgagaagag   cctgacctgc    900
cgacacgctc   cctccccctg   ccccttctac   actctcctgg   gcccctccct   acctcaacct    960
gtaaattatt   ttaaattata   aggactgcat   ggtaatttat   agtttataca   gttttaaaga   1020
atcattattt   attaaatttt   tggaagc                                            1047
```

DNA code van NGF_Homo_Sapiens

Reflectie in biologie



Eiwitten beïnvloeden DNA voor

- correcties
- duplicatie
- decodering

en hebben dus invloed op zichzelf (essentieel voor het leven)

Reflectie in taal

Taal is actief

Zij: Kom je vanavond?
Hij: Ik kom.Tenzij het regent.

Taal heeft een coderingsmechanisme (Tarski [1933])

- Maria is een lief meisje
- ‘Maria’ bestaat uit vijf letters

Interactie

> Moeder, wat is de betekenis van het woord ‘nieuwsgierig’?

Van belang voor taalverwerving, taalanalyse en taaluitbreiding

De zin ‘Ik ben droevig’ heeft op zich zelf geen emotionele waarde omdat ik hem niet beweerd heb

Reflectie in de wiskunde

Bekijk wiskundige uitdrukkingen

niet op grond van hun *betekenis*
maar op grond van hun *syntactische vorm*

$\longmapsto$ sterkere resultaten

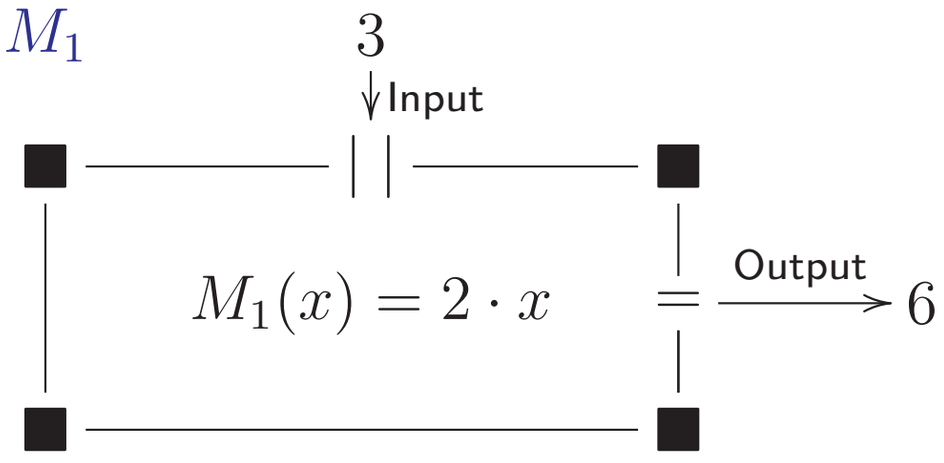
Voor kwantitatieve uitdrukkingen: algebra

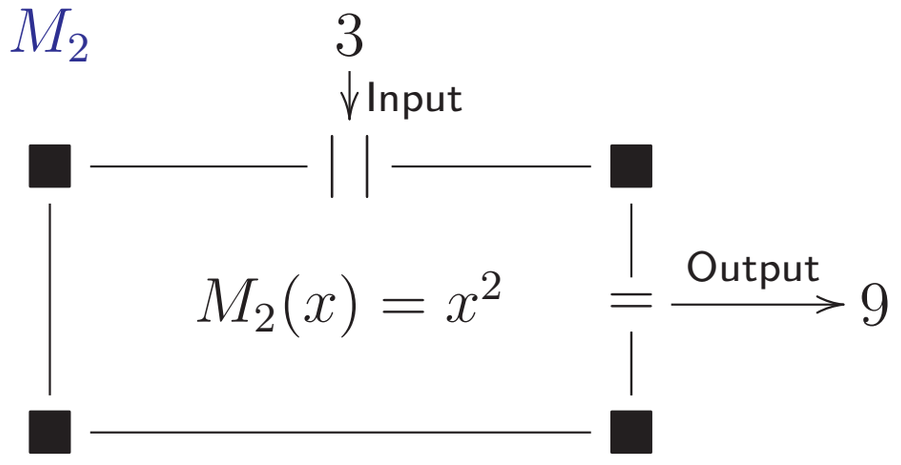
$$a^3 - b^3 = (a - b)(a^2 + ab + b^2)$$

Voor kwalitatieve uitdrukkingen:

De functie $\tanh(x) = \dfrac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$ is continu

Reflectie in de informatica

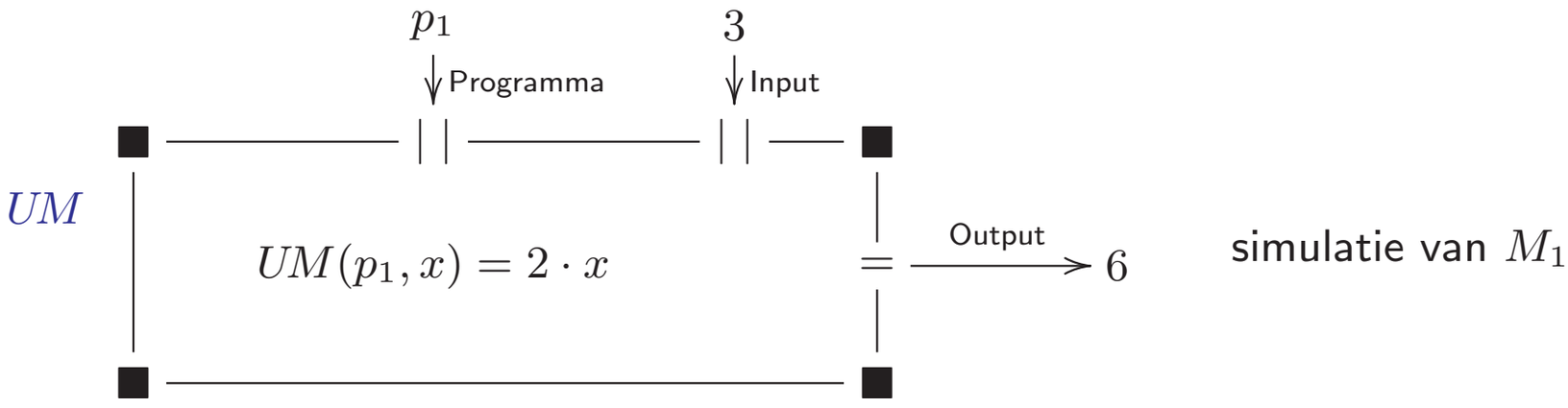


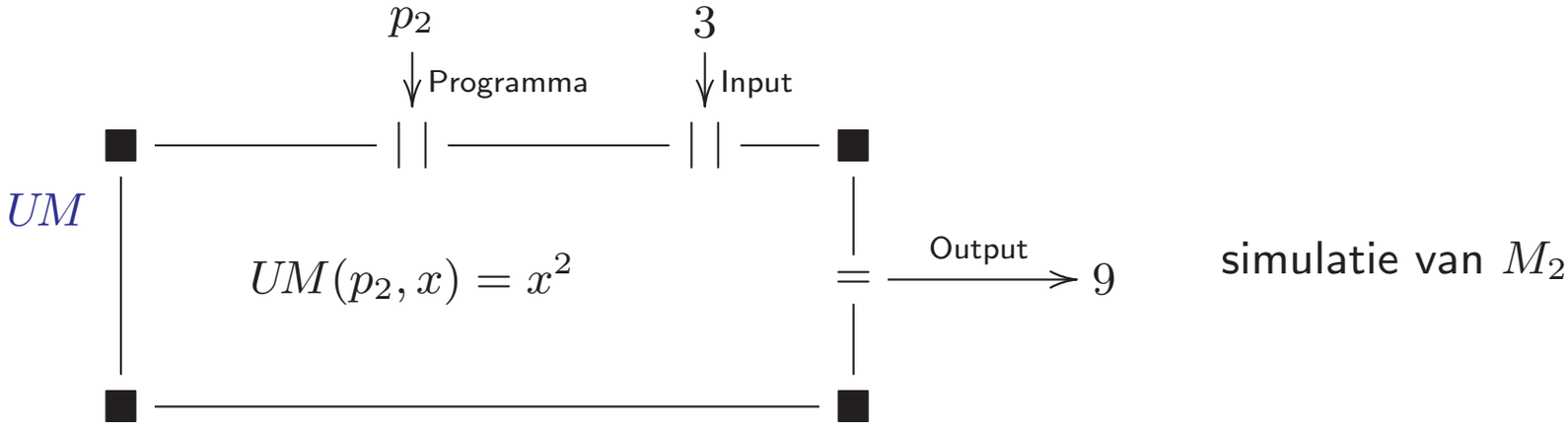


Twee *ad hoc* machines:

M_1 voor verdubbeling en M_2 voor kwadrateren

Reflectie in de informatica





Eén Universele Machine UM met programma's die M_1 en M_2 simuleren
M_2 kan werken op de code van M_1 of zelfs op die van zichzelf:

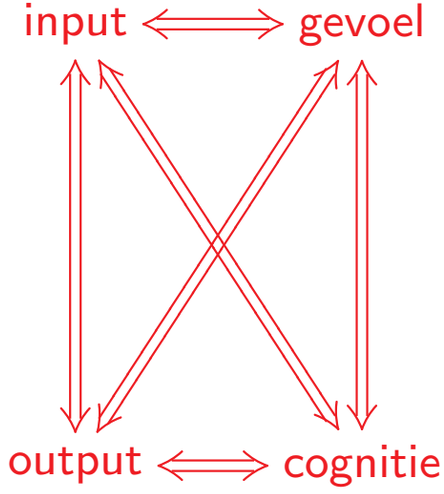
$$\boxed{M_2(p_1) \text{ of } M_2(p_2)}$$

Reflectie in bewustzijn

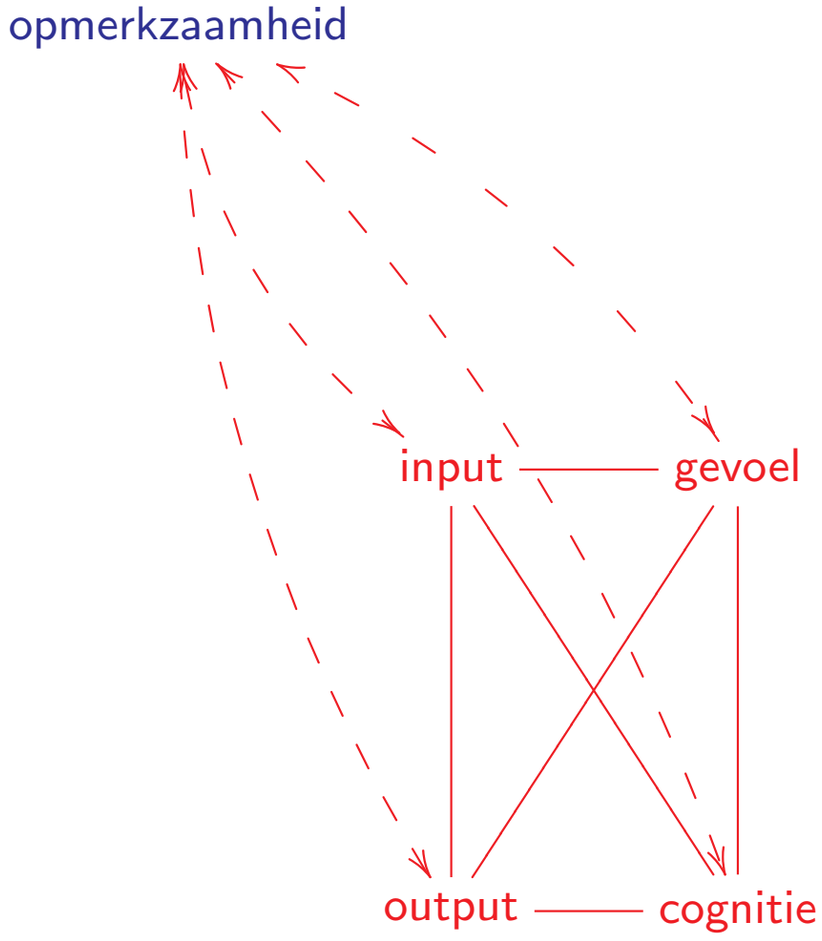
werkelijkheid	bewustzijn
	waarneming (van kleur)
waarneming (van kleur)	$\underbrace{\text{waarneming van de waarneming}}_{\text{'opmerkzaamheid'}}$

gebeurtenis $\longmapsto$ droefheid
droefheid $\longmapsto$ opmerkzaamheid van droefheid

Reflectie in bewustzijn

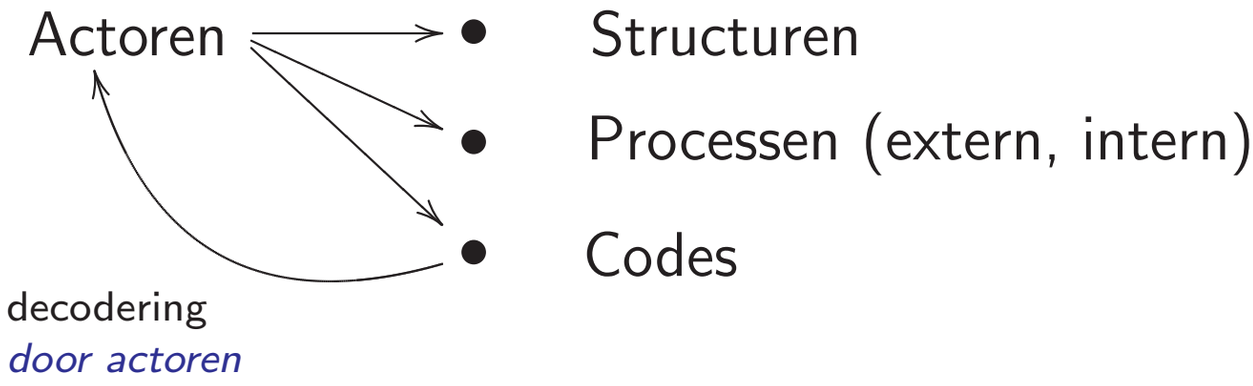


Reflectie in bewustzijn



Reflectie samengevat

Globale terugkoppeling



Kracht en keerzijde van reflectie

Onderwerp	'nuttig' effect	'ongewenst' effect
Biologie	leven	virussen
Taal	homo sapiens	paradoxen
Wiskunde	wetenschap	essentiële onbewijsbaarheid
Informatica	IT	essentiële onberekenbaarheid
Meditatie	zuivering	verwarring

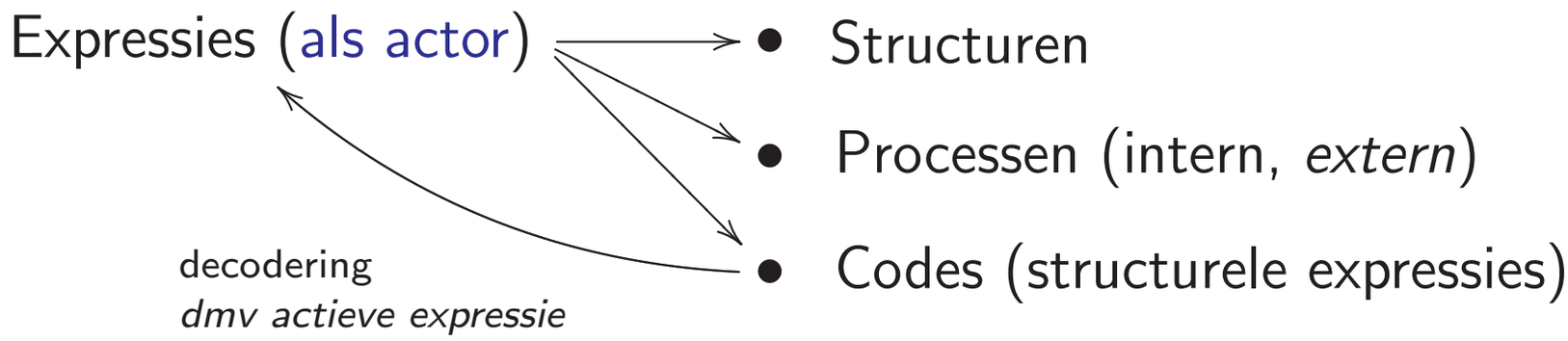
Lambda Calculus

Boodschappen	twee appels en drie peren
Rekenen	abstraheer van voorwerpen $2 + 3$
Rekenkunde	abstraheer van hoeveelheid $a + b = b + a$
	onafhankelijk van de waarde van a en b
Algebra	die '$+$' staat nu voor verschillende operaties
	het gewone optellen laat je los
Logica	laat de predicaten los, zoals $=$ of $<$
Lambda calculus	abstraheer van alle betekenis en waarheid
	Overblijven louter vormen met operaties erop
	welke toch weer aan bepaalde wetten voldoen

Welke wetten?

Expressies & rekenregels

Expressies: actoren (extern of intern) volgens de rekenregels



$$(\lambda x.x \times x)\ 3 \quad \twoheadrightarrow_\beta \quad 3 \times 3$$
$$\twoheadrightarrow_\iota \quad 9$$

Lambda calculus: theorie van reflectie

Zuiver: zonder externe structuren en processen

Toegepast: met externe structuren en processen

- evolutietheorie
- taalkunde
- wiskunde
- berekenbare functies

$\lambda \longmapsto$ intuïtionistische logica en wiskunde $\longmapsto$ Computer Wiskunde

Representatie van willekeurige wiskundige objecten op een computer door middel van geverifieerde formele bewijzen

Doel: ontwikkelen van een krachtige wiskunde assistent

bestaande wiskunde	leren, toepassen
nieuwe wiskunde	ontwikkelen